

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 768 128 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
16.04.1997 Bulletin 1997/16

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: B21J 15/26, B21J 15/10

(21) Numéro de dépôt: 96402152.1

(22) Date de dépôt: 10.10.1996

(84) Etats contractants désignés:  
DE GB IT NL SE

(72) Inventeur: Guérin, Sylvain  
59113 Seclin (FR)

(30) Priorité: 11.10.1995 FR 9511935

(74) Mandataire: Colas, Jean-Pierre et al  
Cabinet de Boisse,  
L.A. de Boisse - J.P. Colas,  
37, avenue Franklin D. Roosevelt  
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: DASSAULT AVIATION  
F-75008 Paris (FR)

### (54) Appareillage de rivetage opérant par chocs et procédé de mise en oeuvre de cet appareillage

(57) Deux ensembles à bouterolle (14) sont montés chacun sur un organe porteur (4, 5) qui peut être un effecteur monté sur un bras robotique (A, B), de chaque côté des pièces (2, 3) à relier par rivetage. Chaque organe porteur est pourvu de moyens d'entraînement comportant un moteur électrique (21), de préférence sans balais, qui entraîne en translation l'ensemble à

bouterolle, par exemple par l'intermédiaire de vis à billes (18, 19). Des moyens de commande (25) sont prévus pour actionner les deux moteurs (21) de telle façon que les bouterolles (14) rencontrent le rivet (1) avec un décalage de temps et/ou une différence d'énergie cinétique choisis pour assurer le formage désiré du rivet en évitant aux pièces à relier des déplacements ou contraintes non souhaités.

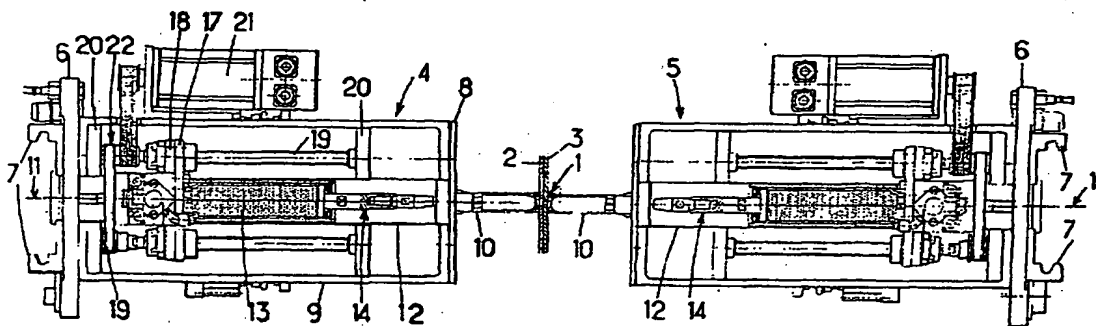


FIG.:2

EP 0 768 128 A1

## D scripti n

La présente invention est relative à un appareillage de rivetage et un procédé de mise en oeuvre d c t appareillage.

Un rivet est un organe de liaison destiné à relier ensemble deux ou plusieurs pièces percées chacune d'un trou. Le rivet comprend une tige qui est destinée à être enfilée dans les trous des pièces, après que ces trous ont été amenés en coïncidence axiale. La tige doit être enfilée dans les trous de telle façon qu'une partie de la tige fasse saillie de chacune des extrémités du passage formé par les trous juxtaposés. La tige est déformable, et/ou est associée à une bague déformable, qui fait partie du rivet.

Pour relier ensemble les pièces, on applique au rivet de forces telles qu'il se déforme jusqu'à présenter, au voisinage des deux extrémités du passage, des parties élargies, en contact de serrage avec les pièces correspondantes.

La déformation du rivet peut être obtenue à l'aide de forces agissant lentement, ou par chocs uniques ou répétés.

Il est souvent important que, pendant la déformation du rivet, les déplacements des pièces à relier, ou les contraintes qu'elles subissent, soient faibles et/ou étroitement contrôlés.

La déformation par forces agissant lentement permet de contrôler avec précision les déplacements des pièces et leurs contraintes, mais elle exige des outillages lourds pour mettre en jeu des forces importantes.

La déformation par chocs exige des outillages bien plus légers, mais permet difficilement de contrôler la position des pièces à relier et peut leur faire subir de fortes contraintes.

Habituellement, dans le cas de la déformation par chocs, on utilise une "enclume", c'est-à-dire une pièce qu'on peut considérer comme fixe et indéformable, on place une extrémité du rivet en appui sur l'enclume, et on exerce le ou les chocs à l'aide d'une "bouterolle" qui agit sur l'extrémité opposée de la tige de rivet. Cette manière de faire n'est pas totalement satisfaisante sur le plan théorique, car la déformation de la partie du rivet qui est proche de l'enclume entraîne un léger déplacement, ou déformation, des pièces. En outre, la nécessité d'avoir une enclume fixe ou de masse importante est une contrainte gênante.

On conçoit qu'il serait plus avantageux d'exercer les chocs sur les deux extrémités de la tige de rivet, mais la manière dont l'énergie de choc est appliquée sur l'une et l'autre des extrémités du rivet doit être contrôlée avec une très grande précision pour éviter des déplacements du rivet dans son trou et des pièces à relier ou des contraintes sur ces pièces.

Plus précisément, si le rivet à mettre en forme est constitué initialement d'une pièce cylindrique symétrique, homogène, placée symétriquement par rapport aux pièces à riveter, il est clair que le résultat, en ce qui

concern les déplacements t contraintes imp sées à ces pièces, sera d'autant meilleur que l'écart entre l s énergi s cinétiques des deux outils de percussion, et l'intervalle d temps qui séparera leur impact sur un extrémité du rivet, sera plus faible. Il n'en sera pas exactement de même au cas où le rivet à mettre en forme n'est pas symétrique, et présente une tête par exemple. De nombreux autres facteurs peuvent intervenir : par exemple, si on considère qu'un choc est l'application très rapide d'une force à un objet, le mode de variation de cette force n'est pas sans importance.

Pour simplifier, on parlera dans la suite de "percussions synchrones", et d'énergies cinétiques égales, il y a lieu cependant de toujours tenir compte des réserves qu'on vient d'indiquer.

Selon le document US-A-3.704.506, on propose d'exécuter des "percussions synchrones" en prévoyant, de chaque côté du rivet, une bouterolle associée à un moyen de propulsion comprenant une bobine électrique dans laquelle on peut envoyer un courant électrique provenant de la décharge de condensateurs. La bouterolle est d'abord mise en appui sur le rivet, puis le courant électrique envoyé dans la bobine impose à la bouterolle une force suffisante pour déformer le rivet.

Le document US-A-4.862.043 contient une critique de ce procédé de l'art antérieur. D'après ce document, même si la bouterolle est déjà en contact avec le rivet avant l'opération, la technique antérieure est du type "balistique", c'est-à-dire que l'énergie est fournie à la bouterolle en un temps notablement plus court que celui pendant lequel la matière du rivet et des pièces se déforme, ce qui serait cause de déformations. US-A-4.862.043 propose de remédier à cet inconvénient par une conformation qui assure que la force agissant sur la bouterolle agit pendant une durée à peu près égale à celle de la déformation du rivet et des pièces.

On peut faire aux dispositifs à actionnement électromagnétique décrits ci-dessus le reproche d'être coûteux, lourds et encombrants.

On connaît par ailleurs, voir par exemple le document US-A-4.039.034, des pistolets de rivetage pneumatiques, avec un piston mobile dans un cylindre et un accumulateur d'air comprimé destiné à mettre le piston en mouvement jusqu'à ce qu'il percute une bouterolle. Ces pistolets sont pourvus d'une gâchette à actionnement manuel. Il est douteux qu'on puisse les associer à des moyens permettant, avec une précision suffisante, un déclenchement simultané de deux pistolets, des pressions égales et stables dans les deux accumulateurs, et des courses identiques pour les pistons, en particulier à cause de la difficulté de maîtriser les oscillations de pression dans les conduits et l'accumulateur.

Le document US-A-3.562.893 prévoit un système à deux bouterolles agissant en opposition, l'une étant actionnée par l'air comprimé et l'autre par une charge explosive déclenchée par l'impact de la première bouterolle sur le rivet. Il n'y a pas de symétrie complète entre les deux outils, qui n'opèrent pas de façon réellement syn-

chrone. L'adaptation de ce système à des types de rivets variables est manifestement difficile.

La présente invention a pour but de fournir un appareillage de rivetage qui, en fonctionnant selon le principe des "percussions synchrones" soit plus simple, moins encombrant, d'utilisation plus facile et moins coûteux que ceux de l'art antérieur.

Pour atteindre ce but, l'invention fournit un appareillage de rivetage du type comportant deux outils capables d'agir de façon sensiblement synchrone sur les extrémités opposées d'un rivet, cet appareillage comprenant deux organes porteurs, sur chacun desquels est monté un ensemble à bouterolle, mobile selon une trajectoire définie, des moyens pour maintenir les organes porteurs dans une position telle que, lorsqu'une face active de la bouterolle arrive en contact avec une extrémité correspondante du rivet, cette face active se déplace sensiblement parallèlement à l'axe du rivet, chaque organe porteur étant pourvu de moyens d'entraînement aptes à communiquer à la bouterolle correspondante se déplaçant le long de sa trajectoire en direction de l'autre une énergie suffisante pour la mise en forme du rivet, des moyens de commande étant prévus pour actionner à peu près simultanément les moyens d'entraînement, cet appareillage ayant pour particularité que les moyens d'entraînement comprennent chacun un moteur électrique apte à imprimer à l'ensemble à bouterolle une vitesse telle pour que, lorsque la bouterolle rencontre le rivet, l'ensemble à bouterolle a une énergie cinétique suffisante pour former le rivet, et les moyens de commande sont capables d'actionner les deux moyens d'entraînement de telle façon que les bouterolles rencontrent le rivet à mettre en forme avec un décalage de temps et une différence d'énergie cinétique inférieurs à des limites choisies pour éviter aux pièces à relier des déplacements ou des contraintes exagérées.

Par "ensemble à bouterolle", on entend ici un ensemble d'éléments solidaires entre-eux et comprenant une bouterolle, qui est une pièce destinée à venir exercer un impact sur le rivet, cette pièce étant de préférence en un matériau pouvant supporter un grand nombre d'impacts sans déformation ou dégradation, une masse, dont l'inertie est calculée en fonction du résultat désiré, et éventuellement des moyens de liaison pour relier la bouterolle et la masse aux moyens d'entraînement.

Le moteur électrique doit avoir un couple au démarrage très important si on se rapporte à son poids et son encombrement, de façon à communiquer au mieux l'énergie cinétique désirée. Dans l'état actuel de la technique, les moteurs électriques sans balai sont ceux qui répondent le mieux à ces conditions.

De préférence, la trajectoire de chaque bouterolle par rapport à l'organe de support est rectiligne. Cette disposition est connue dans l'art antérieur. On notera que d'autres trajectoires sont possibles. Par exemple, pour réduire les frottements, on peut prévoir que l'ensemble à bouterolle est monté sur un bras pivotant.

Avantageusement, les moyens d'entraînement comprennent au moins une vis à bille comprenant un arbre et une cage, l'un de ces composants étant entraîné par le moteur et l'autre étant disposé pour entraîner l'ensemble à bouterolle selon sa trajectoire. Cette modalité est particulièrement avantageuse si la trajectoire de la bouterolle est rectiligne car la liaison de la cage à l'ensemble à bouterolle peut être très simple. On notera à ce sujet qu'il est préférable dans tous les cas que la liaison entre l'ensemble à bouterolle et les moyens d'entraînement comprennent des moyens amortisseurs de choc pour protéger ces moyens d'entraînement, et le moteur lui-même, du choc correspondant à l'impact de la bouterolle sur le rivet.

Suivant une réalisation intéressante, au moins un organe porteur est un effecteur monté sur un bras robotique, et les organes porteurs sont pourvus de moyens pour serrer les pièces à riveter l'une contre l'autre avant le rivetage, sans leur imposer de contraintes ou déplacements inacceptables.

De tels moyens sont décrits dans le document EP-A-0.402.222 au nom de la Demanderesse.

Avantageusement, les moyens pour serrer les pièces sont constitués par des organes tubulaires à l'intérieur desquels la bouterolle peut circuler. De tels moyens sont également décrits dans le document EP-A-0.402.222.

L'invention concerne également un procédé pour la mise en oeuvre de l'appareillage qu'on vient de décrire, ce procédé comportant les étapes suivantes :

a) mettre en mémoire des paramètres relatifs à un trou préparé dans deux pièces à solidariser par rivetage et à un rivet destiné à être introduit dans le trou en vue du rivetage, ainsi que des paramètres relatifs à l'ensemble à bouterolle et aux moyens d'entraînement,

b) amener chacune des bouterolles dans une position de départ à peu près fixe par rapport aux pièces à solidariser et au rivet,

c) déterminer avec précision les positions relatives des bouterolles, du rivet et des pièces à relier par rivetage,

d) calculer, en fonction desdits paramètres mis en mémoire et desdites données de position, au moins un paramètre choisi parmi le décalage de temps entre le démarrage de chacun des ensembles à bouterolle et la distance de chacune des bouterolles au rivet au moment du démarrage,

e) actionner chacun des moyens d'entraînement en fonction du résultat des calculs de l'étape d).

De préférence, ce procédé comprend, après l'étape c) et avant l'étape e), une étape supplémentaire consistant à amener le rivet dans une position fixée à l'avance par rapport aux pièces à relier par rivetage.

Cette étape supplémentaire permet d'éviter qu'une partie de l'énergie cinétique de l'un des ensembles

bout rôle soit utilisée à déplacer le rivet avant l'impact de l'autre bout rôle.

Par position fixée à l'avance, on entendra une position moyenn fixée à l'avance au cas où il est nécessaire de prendre en compte les tolérances concernant la longueur du rivet.

Avantageusement, on utilise, pour déplacer le rivet, le moteur d'entraînement d'une bouterolle, fonctionnant à vitesse lente.

L'invention va maintenant être exposée de façon plus détaillée à l'aide d'un exemple pratique, illustré à l'aide des dessins, parmi lesquels :

- Figure 1 est une vue schématique d'ensemble, en élévation d'un appareillage selon l'invention.
- Figure 2 est une vue en élévation et coupe partielle de l'appareillage, à plus grande échelle.

Figure 3 est une coupe partielle, selon un plan perpendiculaire à celui de la figure 2.

L'appareillage décrit est représenté dans la position où il s'apprête à procéder au formage d'un rivet 1 enfoncé dans un trou qui traverse deux pièces de tôle 2 et 3, qui doivent être liées ensemble par rivetage.

L'appareillage comprend deux ensembles 4 et 5, qui sont identiques, et agissent en sens opposé. Chaque ensemble est monté sur un bras robotique distinct A, B, ces bras étant placés devant des faces opposées des pièces 2 et 3 à lier. On décrira ci-après l'ensemble 4, à gauche sur les figures 1 et 2, étant entendu que l'ensemble 5 comporte les mêmes éléments.

L'ensemble 4 comprend une platine arrière 6, qui porte des moyens 7 d'accouplement au bras robotique A correspondant. L'ensemble 4 comprend également une platine avant 8, reliée de façon fixe à la platine arrière 6 par des montants rigides 9. La platine 8 porte un nez d'accostage 10, qui est monté sur la platine avant 8 de façon à pouvoir se déplacer le long d'un axe 11, qui, dans la position active, est sensiblement confondu avec l'axe du rivet 1. Le nez d'accostage 10 est mobile par rapport à la platine 8, et est pourvu de moyens non représentés qui exercent sur le nez d'accostage 10 une force tendant à écarter ledit nez d'accostage de la platine en direction de la pièce 2, afin de maintenir et serrer ensemble les pièces 2, 3, en coopération avec le nez d'accostage 10 de l'effecteur 5.

L'ensemble 5 est disposé de telle façon que son axe 11 est également confondu avec l'axe du rivet, et que son nez d'accostage 10 exerce sur la pièce 3 une force égale à celle que le nez d'accostage de l'ensemble 4 exerce sur la pièce 2, ce qui maintient ces deux pièces serrées l'une contre l'autre, à condition, bien entendu, que les bras robotiques qui portent les deux platines 6 soient immobilisés.

Le châssis constitué par les platines 6, 8 et les montants 9 porte un tube-guide 12, dont l'axe 11 coïncide avec celui du nez d'accostage. A l'intérieur de ce tube-guide peut coulisser une masse de rivetage 13, qui por-

te, rigidement, à son extrémité tournée vers le nez d'accostage 10, une bouterolle 14, de diamètre plus faible. La masse 13 coulisse dans le tube-guide 12 à frottement doux.

Le tube 12 comporte une lumière longitudinale 15 voir figure 3, à travers laquelle passe une pièce de liaison 16 qui est solidaire de la masse 13 et vient en engagement avec une plaque d'entraînement 17. Cette plaque d'entraînement est solidaire de deux cages 18, qui font partie chacune d'un dispositif à vis à billes. Les arbres 19 de ces deux dispositifs à vis à billes ont leurs axes parallèles à l'axe 11, et sont immobilisés axialement par rapport au châssis formé par les platines 6 et 8 et les montants 9, par des supports fixes 20.

Les arbres 19 des vis à billes sont entraînés en rotation par un moteur électrique sans balai 21, par l'intermédiaire d'une transmission classique 22 à courroies crantées et poulies. On pourrait aussi prévoir qu'au moins un des arbres 19 est entraîné directement par un moteur électrique. On conçoit que la rotation du moteur 25 est transformée, par l'intermédiaire des vis à billes 18, 19, en un déplacement rectiligne de l'ensemble à bouterolle 13 et 14, de façon à déplacer cette dernière en direction du rivet avec une vitesse, et/ou accélération, contrôlée.

Une disposition inverse, avec les cages 18 entraînées en rotation par le moteur et les arbres 19 solidaires en translation de l'ensemble à bouterolle, est, bien entendu, possible.

On a représenté, de façon symbolique, en 25 à la figure 1, un ensemble de commande relié à la fois aux deux bras robotiques A et B. Cet ensemble est capable de traiter des données relatives aux divers paramètres de l'opération, mises en mémoire au préalable ou transmises par des capteurs montés sur les effecteurs, et d'émettre des signaux de commande des deux moteurs 21 à des instants choisis en fonction de ces paramètres.

## Revendications

1. Appareillage pour relier des pièces par rivetage du type comportant deux outils capables d'agir de façon sensiblement synchrone sur les extrémités opposées d'un rivet, cet appareillage comprenant deux organes porteurs, sur chacun desquels est monté un ensemble à bouterolle (13, 14, 15), mobile selon une trajectoire définie grâce à des moyens de guidage (12), des moyens pour maintenir les organes porteurs dans une position telle que, lorsqu'une face active de la bouterolle (13) arrive en contact avec une extrémité correspondante du rivet, cette face active se déplace sensiblement parallèlement à l'axe du rivet (1), chaque organe porteur étant pourvu de moyens d'entraînement aptes à communiquer à la bouterolle correspondante se déplaçant le long de sa trajectoire en direction de l'autre bouterolle une énergie suffisante pour la mi-

se en forme du rivet, des moyens de commande (25) étant prévus pour actionner à peu près simultanément les moyens d'entraînement,

caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comprennent chacun un moteur électrique (21) apte à imprimer à l'ensemble à bouterolle une vitesse telle que, lorsque la bouterolle rencontre le rivet, l'ensemble à bouterolle a une énergie cinétique suffisante pour former le rivet,

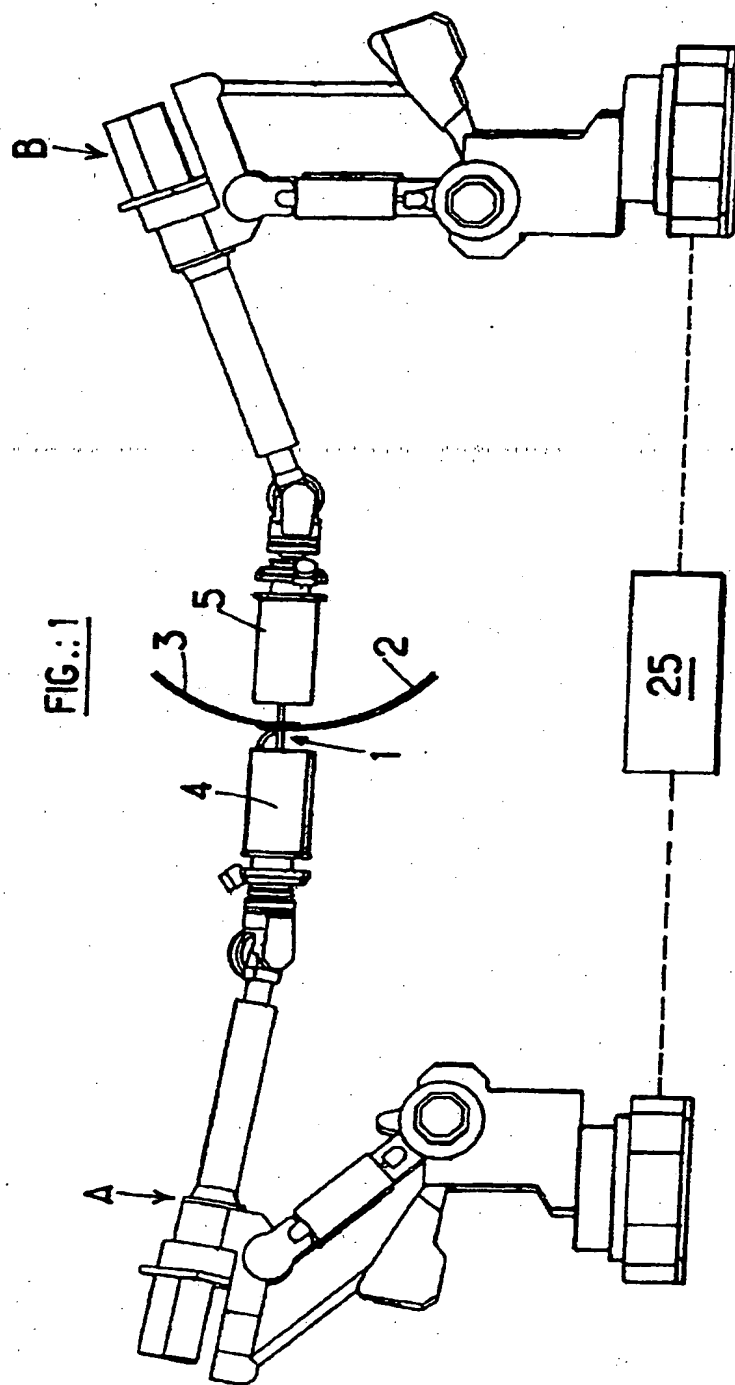
et en ce que les moyens de commande (25) sont capables d'actionner les deux moteurs électriques (21), de telle façon que les bouterolles rencontrent le rivet à mettre en forme avec un décalage de temps et une différence d'énergie cinétique inférieurs à des limites choisies pour éviter aux pièces à relier des déplacements ou des contraintes exagérées.

2. Appareillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur électrique (21) est un moteur sans balais.
3. Appareillage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement comprennent au moins un dispositif à vis à bille (18, 19) comprenant un arbre (19) et une cage (18), l'un de ces composants étant entraîné en rotation par le moteur et l'autre étant disposé pour entraîner l'ensemble à bouterolle selon sa trajectoire.
4. Appareillage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins un organe porteur est un effecteur (4, 5) monté sur un bras robotique (A, B), et les organes porteurs sont pourvus de moyens (10) pour serrer les pièces à riveter l'une contre l'autre avant le rivetage, sans leur imposer de contraintes ou déplacements inacceptables.
5. Appareillage selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens pour serrer les pièces sont constitués par des organes tubulaires (10) à l'intérieur desquels la bouterolle peut circuler.
6. Appareillage de rivetage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chacun des moyens de guidage (12), ensembles à bouterolle (13 à 15) et moyens d'entraînement (16 à 22), est conçu pour être monté sur un effecteur (A, B) sur lequel sont également montés (10) des moyens pour maintenir et serrer ensemble deux pièces (2, 3) à relier par rivetage, des moyens pour préparer un trou dans ces pièces et des moyens pour amener un rivet dans le trou, ces moyens pouvant être amenés successivement sensiblement dans l'axe du trou.
7. Appareillage selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'effecteur porte également des moyens

pour déterminer la forme exacte du trou, les indications fournies par ces moyens étant utilisées par les moyens de commande pour définir les déplacements des deux ensembles à bouterolle.

8. Procédé pour la mise en oeuvre d'un appareillage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) mettre en mémoire des paramètres relatifs à un trou préparé dans deux pièces (2, 3) à solidariser par rivetage et à un rivet (1) destiné à être introduit dans le trou en vue du rivetage, ainsi que des paramètres relatifs à l'ensemble à bouterolle et aux moyens d'entraînement,
  - b) amener chacune des bouterolles (14) dans une position de départ à peu près fixe par rapport aux pièces à solidariser et au rivet,
  - c) déterminer avec précision les positions relatives des bouterolles, du rivet et des pièces à relier par rivetage,
  - d) calculer, en fonction desdits paramètres mis en mémoire et desdites données de position, au moins un paramètre choisi parmi le décalage de temps entre le démarrage de chacun des ensembles à bouterolle et la distance de chacune des bouterolles au rivet au moment du démarrage,
  - e) actionner chacun des moyens d'entraînement en fonction du résultat des calculs de l'étape d).
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend, après l'étape c) et avant l'étape e), une étape supplémentaire consistant à amener le rivet dans une position fixée à l'avance par rapport aux pièces à relier par rivetage.



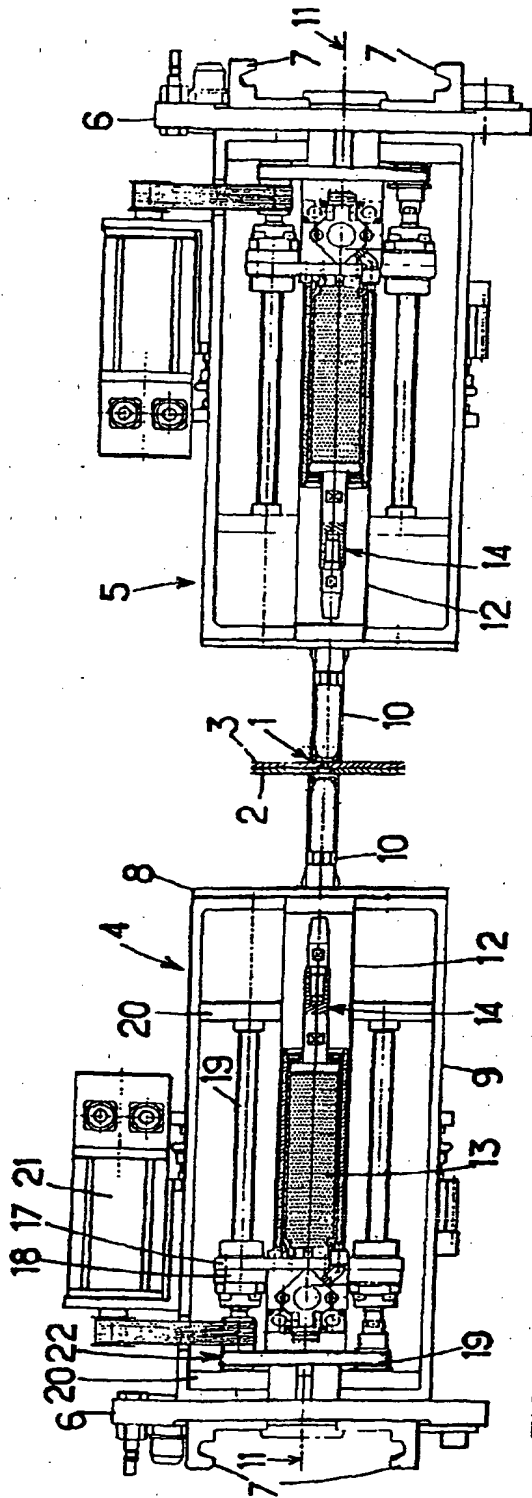


FIG.: 2

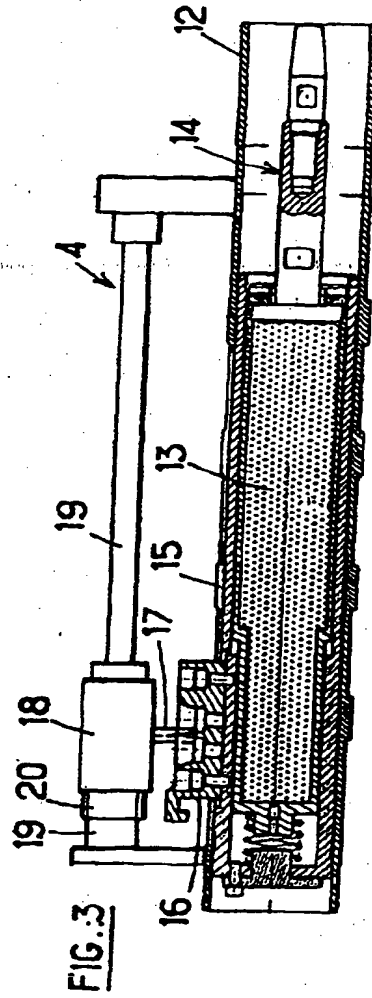


FIG. 3



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 40 2152

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US-A-1 483 919 (WALKER) * revendication 1; figures *	1	B21J15/26 B21J15/10
A	US-A-4 995 148 (BONOMI) * revendication 1; figures *	1,4-6,8,9	
A	US-A-4 955 119 (BONOMI) * colonne 9, ligne 34 - ligne 62; figures *	1,4-9	
A	EP-A-0 527 414 (GESIPA BLINDNIETTECHNIK) * colonne 7, ligne 38 - ligne 58 *	2,3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B21J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 Décembre 1996	Examineur Barrow, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arriére-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		Y : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons @ : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 150 (04/92) (FR)